



PATENT APPLICATION

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re the Application of

Saburo KAMIYA

Group Art Unit: 2877

Application No.: 09/661,433

Examiner: S. Turner

Filed: September 13, 2000

Docket No.: 107312

For: EXPOSURE APPARATUS AND DEVICE PRODUCTION METHOD IN WHICH
POSITION OF REFERENCE PLATE PROVIDED ON SUBSTRATE STAGE
MEASURED (AS AMENDED)

CLAIM FOR PRIORITY

Director of the U.S. Patent and Trademark Office
Washington, D.C. 20231

Sir:

The benefit of the filing dates of the following prior foreign applications filed in the following foreign country(ies) is hereby requested for the above-identified patent application and the priority provided in 35 U.S.C. §119 is hereby claimed:

Japanese Patent Application No. 11-265669 filed on September 20, 1999

Japanese Patent Application No. 2000-259147 filed on August 29, 2000

In support of this claim, certified copies of said original foreign applications:

 X are filed herewith.

 were filed on in Parent Application No. filed .

 will be filed at a later date.

It is requested that the file of this application be marked to indicate that the requirements of 35 U.S.C. §119 have been fulfilled and that the Patent and Trademark Office kindly acknowledge receipt of these documents.

Respectfully submitted,

Mario A. Costantino

Registration No. 33,565

MAC/ldg

Date: November 15, 2002

OLIFF & BERRIDGE, PLC
P.O. Box 19928
Alexandria, Virginia 22320
Telephone: (703) 836-6400

**DEPOSIT ACCOUNT USE
AUTHORIZATION**

Please grant any extension
necessary for entry;

Charge any fee due to our
Deposit Account No. 15-0461

RECEIVED
NOV 18 2002
TECHNOLOGY CENTER 2800



日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

1999年 9月20日

出 願 番 号

Application Number:

平成11年特許願第265669号

[ST.10/C]:

[JP1999-265669]

出 願 人

Applicant(s):

株式会社ニコン

RECEIVED
NOV 18 2002
TECHNOLOGICAL CENTER 2800

2002年 9月20日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田 信一郎

出証番号 出証特2002-3073507

【書類名】 特許願

【整理番号】 99-01393

【提出日】 平成11年 9月20日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 21/00

【発明の名称】 露光装置

【請求項の数】 6

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内 3 丁目 2 番 3 号 株式会社ニコン
内

 【氏名】 神谷 三郎

【特許出願人】

 【識別番号】 000004112

 【氏名又は名称】 株式会社ニコン

【代理人】

 【識別番号】 100097180

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 前田 均

【代理人】

 【識別番号】 100099900

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 西出 眞吾

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 043339

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9724186

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 露光装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 マスクに形成されたパターンの像を投影光学系を介して基板に転写する露光装置において、

前記投影光学系の焦点位置を測定する第 1 センサと、

前記投影光学系と前記基板との光軸方向の距離を測定し、前記第 1 センサによる焦点位置を補正する第 2 センサと、を備えたことを特徴とする露光装置。

【請求項 2】 前記第 2 センサは、前記第 1 センサおよび前記投影光学系と前記基板との光軸方向のそれぞれの距離の変化量を測定し、これらの変化量に基づいて前記第 1 センサの焦点位置を補正することを特徴とする請求項 1 記載の露光装置。

【請求項 3】 前記第 2 センサは、前記投影光学系と前記基板との光軸方向の距離の変化量を測定し、この変化量に基づいて前記第 1 センサの焦点位置を補正することを特徴とする請求項 1 記載の露光装置。

【請求項 4】 前記第 2 センサは、前記投影光学系のうちの前記第 1 センサの近傍位置と前記基板との光軸方向の距離の変化量を測定することを特徴とする請求項 3 記載の露光装置。

【請求項 5】 前記第 2 センサは、測定光を照射し、その反射光を参照光と干渉させて距離を測定するレーザ干渉測定装置と、

前記投影光学系に固定された第 1 反射鏡と、

前記基板を載置する基板テーブルに固定された第 2 反射鏡と、を含むことを特徴とする請求項 1 乃至 4 記載の露光装置。

【請求項 6】 前記基板テーブルに、前記レーザ干渉測定装置から照射された測定光および前記第 1 反射鏡で反射した反射光が通過する光通過孔が形成されていることを特徴とする請求項 5 記載の露光装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体素子、撮像素子、液晶表示素子または薄膜磁気ヘッドなどの各種マイクロデバイスを製造するためのフォトリソグラフィ工程で用いられる露光装置に関し、特にオートフォーカスセンサ系の変動を高速かつ高精度に補正できる露光装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

半導体デバイス製造のフォトリソグラフィ工程では、フォトレジストが塗布されたウェハやガラスプレート（以下、基板ともいう。）にマスクのパターンを転写することが行われるが、この種の露光装置として、従来よりステップアンドリピート式露光装置が広く用いられている。このステップアンドリピート式露光装置は、マスクのパターンをウェハの各ショット領域に一括して縮小投影することにより露光するもので、一つのショット領域の露光を終了すると、ウェハを移動して次のショット領域の露光を行い、これを順次繰り返す方式である。

【0003】

また、マスクパターンの露光範囲を拡大するために、照明系からの露光光をスリット状（矩形状）に制限し、このスリット光を用いてマスクパターンの一部をウェハ上に縮小投影した状態で、マスクとウェハとを投影光学系に対して同期走査させるステップアンドスキャン式露光装置も開発されている。このステップアンドスキャン式露光装置は、一回の走査露光でマスク全面のパターンを等倍でウェハの全面に転写するアライナーの転写方式の長所と、上述したステッパーの転写方式の長所とを兼ね備えたものである。

【0004】

この種の露光装置では、露光前および露光中に投影光学系の焦点合わせが行われるが、感光性材料が塗布された基板に対する焦点合わせの方法として、いわゆるオートフォーカスセンサを用いた方法が知られている。

【0005】

オートフォーカスセンサによる焦点合わせは、投影光学系が設置された架台に光学的センサである投光器および受光器を固定し、投光器からフィジューショナル

マークに対して斜め方向に光を照射し、このフィジューシャルマークの反射光を受光器で受光することで、基板表面の高さを検出する。そして、その信号で基板ステージの光軸方向の位置を制御して投影光学系の焦点を基板表面に合わせるものである。

【 0 0 0 6 】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上述したオートフォーカスセンサを用いた焦点合わせの方法では、実際のマスクのパターン像の焦点位置を検出して基板表面と直接的に位置合わせしている訳ではなく、オートフォーカスセンサと基板表面とギャップを測定し、これを投影光学系と基板表面とのギャップとして擬制しているので、オートフォーカスセンサの光学的および機械的なドリフトがそのまま焦点合わせの誤差になってしまうという問題があった。

【 0 0 0 7 】

すなわち、上述したオートフォーカスセンサによる焦点合わせは、オートフォーカスセンサと基板表面とのギャップを測定し、既知である投影光学系の焦点位置に基板ステージの高さを合わせる方法であり、投影光学系と基板表面とのギャップを直接的に測定している訳ではない。したがって、一度焦点合わせを行っても、その後に投影光学系とオートフォーカスセンサとの相対位置が何らかの原因でずれてしまうと、オートフォーカスセンサにより検出されるギャップの検出値が適正範囲であっても、実際には投影光学系の焦点が合っていない状態で露光を行ってしまうこともあった。

【 0 0 0 8 】

このため、実際のマスクのパターン像の焦点位置を検出してオートフォーカスセンサを校正する方法が採用されることもあるが、パターン像の焦点位置の検出には時間がかかること、また精度的にもそれほどの分解能は期待できないことなど、実際に使用する上で問題が多かった。

【 0 0 0 9 】

本発明は、オートフォーカスセンサ系の変動を高速かつ高精度に補正できる露光装置を提供することを目的とする。

【0 0 1 0】

【課題を解決するための手段】

本発明によれば、マスクに形成されたパターンの像を投影光学系を介して基板に転写する露光装置において、

前記投影光学系の焦点位置を測定する第 1 センサと、

前記投影光学系と前記基板との光軸方向の距離を測定し、前記第 1 センサによる焦点位置を補正する第 2 センサと、を備えたことを特徴とする露光装置が提供される（請求項 1 参照）。

【0 0 1 1】

本発明では、第 1 センサにより投影光学系の焦点位置が測定されるが、この投影光学系と基板との光軸方向の距離を第 2 センサで測定し、第 1 センサによる焦点位置が補正される。したがって、第 1 センサが投影光学系に対して光学的又は機械的に変動したとしても、第 2 センサによって投影光学系と基板との光軸方向の距離が測定されているので、第 1 センサの光軸方向の変化量は第 2 センサの測定結果から補正することができる。こうした第 2 センサによる測定および補正は高速で処理できるので、第 1 センサの変動を高速かつ高精度に補正できる露光装置を提供することができる。

【0 0 1 2】

特に限定はされないが、本発明の第 2 センサは、前記第 1 センサおよび前記投影光学系と前記基板との光軸方向のそれぞれの距離の変化量を測定し、これらの変化量に基づいて前記第 1 センサの焦点位置を補正することがより好ましい。

【0 0 1 3】

またはこれに代えて、本発明の第 2 センサは、前記投影光学系と前記基板との光軸方向の距離の変化量を測定し、この変化量に基づいて前記第 1 センサの焦点位置を補正することがより好ましい。この場合、本発明の第 2 センサは、前記投影光学系のうちの前記第 1 センサの近傍位置と前記基板との光軸方向の距離の変化量を測定することがより好ましい。

【0 0 1 4】

また特に限定はされないが、本発明の第 2 センサは、測定光を照射し、その反

射光を参照光と干渉させて距離を測定するレーザ干渉測定装置と、前記投影光学系に固定された第 1 反射鏡と、前記基板を載置する基板テーブルに固定された第 2 反射鏡と、を含むことがより好ましい。

【0015】

この場合、前記基板テーブルに、前記レーザ干渉測定装置から照射された測定光および前記第 1 反射鏡で反射した反射光が通過する光通過孔を形成することがより好ましい。

【0016】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。

第 1 実施形態

図 1 は本発明の露光装置の実施形態を示す概略図であり、原版であるマスク 1 の回路パターンは、照明装置 2 によって照明され、その投影像が投影光学系 3 を介して基板ステージ 4 に載置された基板 5 の表面に投影転写される。

【0017】

照明装置 2 の光源 2 a は、露光用の照明光をパルス光で作るもので、たとえば波長 248 nm の KrF エキシマレーザ光源からの紫外パルス光、波長 193 nm の ArF エキシマレーザ光源からの紫外パルス光、YAG レーザ光源からのパルスレーザを高調波に変換した紫外線等が利用できる。

【0018】

光源 2 a から射出された光は、照明光学系 2 b を介してマスク 1 を均一に照明する。詳細な図示は省略するが、照明光学系 2 b では、光源 2 a からの光はロータリーシャッターを介してビーム整形光学系に照射され、ビーム整形光学系を射出した照明光は、オプチカルインテグレータとして機能するフライアイレンズ系に入射し、その射出側には多数の 2 次光源像が全体としてほぼ正方形または円形の領域内に均一に分布する。フライアイレンズ系の射出側には、2 次光源像の実効的な形状を、輪帯、小円形、通常円形、4 開口等に変更する複数の照明 σ (シグマ) 絞りを搭載した絞り切り換え部材が配置され、この切り換え部材はモータによって所望の照明 σ 絞りに切り換えられるように駆動される。

【0019】

そして、照明の絞りを透過した照明光は、反射率がほぼ10%以下のビームスプリッタを透過してミラーで反射されてリレーレンズ系に入射し、マスク1上での照明領域の形状や位置を決定する可動レチクルブラインドを均一な照度分布となって照射する。レチクルブラインドの開口を透過した照明光は、リレーレンズ系、ミラーおよびメインコンデンサーレンズ系等を介して、マスク1の回路パターン領域を均一な強度分布で照射する。

【0020】

マスク1は、図外のマスクホルダを介してマスクステージ上においてXY平面に平行に保持されている。マスク1には、転写すべき回路パターンが形成されており、たとえばステップアンドスキャン式露光装置の場合は、パターン領域全体のうちY方向に沿って長辺を有し、かつX方向に沿って短辺を有する矩形状（スリット状）のパターン領域が照明される。なお、図外のマスクステージは、駆動系の作用によりマスク面（XY平面）に沿って二次元的に移動可能であり、その位置座標はマスク移動鏡を用いた干渉計によって計測され且つ位置制御される。

【0021】

マスク1に形成されたパターンからの光は、投影光学系3を介して感光性基板5上にマスクパターン像を形成する。基板5は基板ホルダを介して基板ステージ4上においてXY平面に平行に保持されている。そして、マスク1上での矩形状の照明領域に光学的に対応するように、基板5上ではY方向に沿って長辺を有し且つX方向に沿って短辺を有する矩形状の露光領域にパターン像が形成される。

【0022】

基板ステージ4は定盤6上に設けられ、図外の駆動装置によりXY平面内を駆動する。この基板ステージ4は、基板5を載置する基板テーブル8、ベースプレート7、基板テーブル8をベースプレート7からZ軸方向に駆動するZ軸駆動装置9a、9b、9cを有する。このZ軸駆動装置9a、9b、9cは、基板テーブル8を一直線上にない3つの駆動系で支持し、それらの駆動量を変えることで基板5の傾斜に応じて基板テーブル8を傾けて投影光学系3のZ軸方向に位置決めし、これにより基板5の表面がマスク1の投影像位置に高精度に合焦される。

なお、図示は省略したが、基板テーブル 8 は駆動系の作用により X Y 平面に沿って二次元的に移動可能であり、その位置座標は基板移動鏡を用いた干渉計によって計測され且つ位置制御される。

【0 0 2 3】

基板 5 の Z 軸方向の位置は、オートフォーカスセンサ 1 0 a, 1 0 b によって検出される。このオートフォーカスセンサ 1 0 a, 1 0 b は、送光光学系 1 0 a と、投影光学系 3 の光軸に関して対象な位置に設置された受光光学系 1 0 b とを有し、これらは投影光学系 3 が設置された架台 1 1 に固定されている。そして、送光光学系 1 0 a から射出された光ビームは、基板 5 の表面で反射され受光光学系 1 0 b で受光される。その信号は、Z 軸方向の信号検出処理手段 1 2 に送られ、オートフォーカスの制御目標値からの偏差が制御手段 1 3 に送られ、制御手段 1 3 は、Z 軸駆動装置 9 a, 9 b, 9 c を動かして基板 5 の表面を目標位置に制御する。基板テーブル 8 上には、基準指標板（フィジューシャルマーク）1 4 が載置され、オートフォーカスセンサ 1 0 a, 1 0 b の校正を行うときは、オートフォーカスセンサ 1 0 a, 1 0 b によって、この基準指標板 1 4 を測定する位置に基板ステージ 8 が移動することになる。

【0 0 2 4】

次に、オートフォーカスセンサの変動を校正するための干渉計 2 0 について説明する。

波長が安定化されたレーザー光源 2 0 1 は、2 周波の偏光が直交するレーザービームを射出する。このビームは、偏光ビームスプリッタ 2 0 2 に入射し、直交する偏光成分、すなわち 2 つの周波数成分に分割される。

【0 0 2 5】

このうち、入射ビームの P 偏光成分（周波数成分 F 1）は、偏光ビームスプリッタ 2 0 2 を透過して、1/4 波長板 2 0 3 によって円偏光に変換されて水平に進み、ベースプレート 7 の上に設置された折り曲げミラー 2 0 4 に入射し、90° 折り曲げられて Z 軸方向の上向きに進行する。基板テーブル 8 には、ビーム通過用の孔 2 0 5 が形成されており、投影光学系 3 に固定された測定ミラー 2 0 6 に照射される。

【 0 0 2 6 】

この測定ミラー 2 0 6 にて反射されたビームは、同じ光路を逆向きに進み、ビーム通過用孔 2 0 5 を通り、折り曲げミラー 2 0 4 で 90° 折り曲げられて、再び $1/4$ 波長板 2 0 3 を通ることで、元の偏光方向とは直交する方向の直線偏光に変換され、偏光ビームスプリッタ 2 0 2 に入射し、今度は反射してコーナキューブプリズム 2 0 7 に入射する。

【 0 0 2 7 】

このコーナキューブプリズム 2 0 7 にて光軸が横にシフトした反射ビームは、偏光ビームスプリッタ 2 0 2 で反射して、再び $1/4$ 波長板 2 0 3 によって円偏光に変換され、基板テーブル 8 へ向かう。今度も光軸が横にシフトした以外は全く同じ経路を辿り、再び戻ってきたビームは、 $1/4$ 波長板 2 0 3 によって元の入射ビームと同じ偏光方向になって偏光ビームスプリッタ 2 0 2 を通過し、光電変換装置 2 0 8 に入射する。

【 0 0 2 8 】

これに対して、入射ビームの S 偏光成分（周波数成分 F 2）は、偏光ビームスプリッタ 2 0 2 によって、まず反射され、折り曲げミラー 2 0 9 によって 90° 折り曲げられ、 $1/4$ 波長板 2 1 0 によって円偏光に変換されて水平に進み、ベースプレート 7 の上に設置された折り曲げミラー 2 0 4 に入射し、 90° 折り曲げられて Z 軸方向の上向きに進行する。基板テーブル 8 の裏面には、測定ミラー 2 1 1 が設けられており、先程のビームはこの測定ミラー 2 1 1 に照射される。

【 0 0 2 9 】

この測定ミラー 2 1 1 にて反射されたビームは、同じ光路を逆向きに進み、再び $1/4$ 波長板 2 1 0 を通ることで、元の偏光方向とは直交する方向の直線偏光に変換され、折り曲げミラー 2 0 9 によって 90° 折り曲げられて Z 軸方向の上向きに進行する。このビームは、偏光ビームスプリッタ 2 0 2 に入射するが、今度は透過してコーナキューブプリズム 2 0 7 に入射する。

【 0 0 3 0 】

このコーナキューブプリズム 2 0 7 にて光軸が横にシフトした反射ビームは、偏光ビームスプリッタ 2 0 2 を透過し、折り曲げミラー 2 0 9 によって 90° 折

り曲げられて、再び 1/4 波長板 2 1 0 によって円偏光に変換され、基板テーブル 8 の裏面の測定ミラー 2 1 1 へ向かう。今度も光軸が横にシフトした以外は全く同じ経路を辿り、再び戻ってきたビームは、1/4 波長板 2 1 0 によって元の入射ビームと同じ偏光方向になって偏光ビームスプリッタ 2 0 2 で反射し、光電変換装置 2 0 8 に入射する。

【0 0 3 1】

光電変換装置 2 0 8 の内部では、偏光子によって両偏光成分を干渉させ、その干渉光が光電素子で検出され、周波数が $F_2 - F_1$ の電気信号に変換されて、位相検出手段 2 1 2 に送られる。この位相検出手段 2 1 2 は、レーザー光源 2 0 1 から送られてきた基準信号と測定信号との間の絶対位相差を検出する位相計である。すなわち、光電変換装置 2 0 8 にて光電変換された干渉光は、 $F_2 - F_1$ のビート周波数に、測定ミラー 2 0 6 と測定ミラー 2 1 1 のと間隔の変動にともなうて生じるドップラー効果分の周波数変化 $\Delta F(t)$ を加えた周波数を有する測定信号として光電変換装置 2 0 8 から位相検出手段 2 1 2 へ入力される。一方、レーザー光源 2 0 1 からは、周波数 F_1 の光と周波数 F_2 の光を干渉して得られた $F_2 - F_1$ のビート周波数を有する信号が基準信号として位相検出手段 2 1 2 に入力される。そして、位相検出手段 2 1 2 において、基準信号と測定信号との位相差が検出され、その位相差の変化分を積算することで、測定ミラー 2 0 6 と測定ミラー 2 1 1 との間隔の変化分に比例した信号が求められる。

【0 0 3 2】

このように、測定ミラー 2 0 6 と測定ミラー 2 1 1 との間隔が変動すると、絶対位相もこれに比例して変化するため、絶対位相差から両ミラー 2 0 6, 2 1 1 の間隔の変動分を測定することができる。

【0 0 3 3】

今、この測定された絶対位相の変化分を $\Delta \phi$ 、レーザー光源の波長を λ とすると、両ミラーの間隔の変化分 ΔZ との間には、 $\Delta Z = \Delta \phi \times (\lambda / 4)$ の関係がある。

【0 0 3 4】

この方式では、基板ステージ 8 が移動して、干渉計 2 0 からのビームが一時的

に途切れても、再び同じ位置（図 1 に示す位置）に基板ステージ 8 を移動させれば、絶対位相は常に測定可能である。したがって、測定時間間隔内において変動が僅かであり、位相変化が $\pm \pi$ 以内と仮定することができれば、変動を正しく追跡することが可能となる。

【 0 0 3 5 】

たとえば、レーザー光源が He Ne レーザーとすると、波長 λ は 633 nm であることから、計測間隔内において変動が $\pm \lambda / 8$ 以内、すなわち ± 79.125 nm 以内であればよい。この種の露光装置は、環境チャンバの中に設置されて温度管理がなされるのが一般的であり、計測間隔が 1 時間程度だとしても、この計測間隔内における温度変化はきわめて微小であることから問題なくこの範囲に入るものと考えられる。

【 0 0 3 6 】

なお、露光装置内部の環境ガス雰囲気の屈折率変動したときにも干渉計 20 の位相が変化するので、別途屈折率を測定する手段を設けて、これによる変動を計算により補正することが望ましい。

【 0 0 3 7 】

さて、測定ミラー 206 と測定ミラー 211 との間隔の変化の情報は、中央演算処理装置 213 に送られ、ここから目標位置のオフセットの指令として Z 軸方向の信号検出処理手段 12 に送られる。これにより、オートフォーカスセンサ 10a, 10b の光学的乃至機械的なドリフトによる Z 軸方向の誤差成分を正しく補正することができる。

【 0 0 3 8 】

ちなみに、定盤 6 表面の微小なうねりによってベースプレート 7 が傾斜するが、校正は常に同じ位置で行われるので、この傾斜は測定結果に影響しない。また、このオートフォーカスセンサ 10a, 10b の校正時に、基板テーブル 8 の姿勢（傾斜）が変化すると、測定ミラー 206 および測定ミラー 211 の位置は基板テーブル 8 の端の方に位置することから、測定ミラー 206 と測定ミラー 211 との間隔も変化する。したがって、校正時には基板テーブル 8 の姿勢は常に同じであることが必要とされる。この場合、基板テーブル 8 の姿勢は、側面に取り

付けられた移動ミラーを差動型干渉計で測定することにより高精度に求めることができるので、その測定値に基づいて基板テーブル 8 の姿勢を制御してもよいし、あるいは測定ミラー 2 0 6 と測定ミラー 2 1 1 との間隔の測定値を計算で補正してもよい。

【0 0 3 9】

また、このオートフォーカスセンサ 1 0 a, 1 0 b の補正に用いられるレーザー干渉計 2 0 には、基板ステージ 8 の X Y 方向の位置制御に用いられるレーザー測長機のレーザー光源を共通で用いることが可能であり、こうすることで装置のコストアップを抑えることができる。

【0 0 4 0】

第 2 実施形態

図 2 は、本発明の露光装置の他の実施形態を示す概略図であり、要部のみを示す図である。本例では、干渉計 2 0 の測定ミラー 2 1 6 を投影光学系 3 に加えてオートフォーカスセンサ 1 0 a, 1 0 b (同図には受光光学系 1 0 b) に設けたものである。なお、図 2 においては、図 1 の干渉計 2 0 の構成を図示省略する。

【0 0 4 1】

すなわち、波長が安定化されたレーザー光源 2 0 1 は、2 周波の偏光が直交するレーザービームを射出し、このビームは、偏光ビームスプリッタ 2 0 2 に入射し、直交する偏光成分、すなわち 2 つの周波数成分に分割される。

【0 0 4 2】

このうち、入射ビームの P 偏光成分 (周波数成分 F 1) は、偏光ビームスプリッタ 2 0 2 を透過して、1/4 波長板 2 0 3 によって円偏光に変換されて水平に進み、ベースプレート 7 の上に設置された折り曲げミラー 2 1 4 に入射し、90° 折り曲げられて Z 軸方向の上向きに進行する。このビームは、受光光学系 1 0 b に固定された測定ミラー 2 1 6 に照射される。

【0 0 4 3】

この測定ミラー 2 1 6 にて反射されたビームは、同じ光路を逆向きに進み、折り曲げミラー 2 1 4 で 90° 折り曲げられて、再び 1/4 波長板 2 0 3 を通ることで、元の偏光方向とは直交する方向の直線偏光に変換され、偏光ビームスプリ

ッタ 2 0 2 に入射し、今度は反射してコーナーキューブプリズム 2 0 7 に入射する。

【 0 0 4 4 】

このコーナキューブプリズム 2 0 7 にて光軸が横にシフトした反射ビームは、偏光ビームスプリッタ 2 0 2 で反射して、再び 1 / 4 波長板 2 0 3 によって円偏光に変換され、折り曲げミラー 2 1 4 へ向かう。今度も光軸が横にシフトした以外は全く同じ経路を辿り、再び戻ってきたビームは、1 / 4 波長板 2 0 3 によって元の入射ビームと同じ偏光方向になって偏光ビームスプリッタ 2 0 2 を通過し、光電変換装置 2 0 8 に入射する。

【 0 0 4 5 】

これに対して、入射ビームの S 偏光成分（周波数成分 F 2）は、偏光ビームスプリッタ 2 0 2 によって、まず反射され、折り曲げミラー 2 0 9 によって 9 0° 折り曲げられ、1 / 4 波長板 2 1 0 によって円偏光に変換されて水平に進む。折り曲げミラー 2 1 4 の支持板には、ビーム通過用孔 2 1 5 が形成されており、先程のビームは、この孔 2 1 5 を通過したのち、ベースプレート 7 の上に設置された折り曲げミラー 2 0 4 に入射し、9 0° 折り曲げられて Z 軸方向の上向きに進行する。基板テーブル 8 の裏面には、測定ミラー 2 1 1 が設けられており、先程のビームはこの測定ミラー 2 1 1 に照射される。

【 0 0 4 6 】

この測定ミラー 2 1 1 にて反射されたビームは、同じ光路を逆向きに進み、再び 1 / 4 波長板 2 1 0 を通ることで、元の偏光方向とは直交する方向の直線偏光に変換され、折り曲げミラー 2 0 9 によって 9 0° 折り曲げられて Z 軸方向の上向きに進行する。このビームは、偏光ビームスプリッタ 2 0 2 に入射するが、今度は透過してコーナーキューブプリズム 2 0 7 に入射する。

【 0 0 4 7 】

このコーナキューブプリズム 2 0 7 にて光軸が横にシフトした反射ビームは、偏光ビームスプリッタ 2 0 2 を透過し、折り曲げミラー 2 0 9 によって 9 0° 折り曲げられて、再び 1 / 4 波長板 2 1 0 によって円偏光に変換され、ビーム通過用孔 2 1 5 を介して基板テーブル 8 の裏面の測定ミラー 2 1 1 へ向かう。今度も

光軸が横にシフトした以外は全く同じ経路を辿り、再び戻ってきたビームは、1/4波長板210によって元の入射ビームと同じ偏光方向になって偏光ビームスプリッタ202で反射し、光電変換装置208に入射する。

【0048】

光電変換装置208の内部では、上述した第1実施形態と同様に、偏光子によって両偏光成分を干渉させ、その干渉光が光電素子で検出され、周波数が $F_2 - F_1$ の電気信号に変換されて、位相検出手段212に送られ、この位相検出手段212により両ミラー216、211の間隔の変動分、すなわち、基板テーブル8と受光光学系10bとのZ軸方向の変動が求められる。

【0049】

本例では、投影光学系3と基板テーブル8とのZ軸方向の変動に加えて、受光光学系10bと基板テーブル8とのZ軸方向の変動をも測定しているので、オートフォーカスセンサ10a、10bの光学的乃至機械的なドリフトによるZ軸方向の誤差成分を、より正しく補正することができる。

【0050】

第3実施形態

図3は本発明の露光装置の第3実施形態を示す要部概略図であり、主として投影光学系（以下、反射屈折光学系ともいう。）3のレンズ構成を示す図である。本例では、波長幅が $157.6\text{ nm} \pm 10\text{ pm}$ の露光光に対して色収差を含む諸収差が補正された投影光学系3が採用されている。

【0051】

同図に示す反射屈折光学系3は、マスク1の中間像を形成するための屈折型の第1結像光学系K1と、この中間像からの光に基づいてマスク1の最終像を縮小倍率で基板5上に形成するための反射屈折型の第2結像光学系K2とを備えている。第1結像光学系K1は、マスク1側から順に、正屈折力の第1レンズ群G1と、開口絞りSと、正屈折力の第2レンズ群G2とを有し、第2結像光学系K2は、中央部に第1光通過部AP1を有する負屈折力の第1反射面R1からなる主鏡M1と、中央部に第2光通過部AP2を有する第2反射面R2からなる副鏡M2と、第1反射面R1および第2反射面R2から離間されている基板側に凹面を

向けた屈折面を有するレンズ成分 L 2 とを有している。なお、副鏡 M 2 の基板 5 側の表面には第 3 反射面 R 3 が形成されている。

【 0 0 5 2 】

第 1 レンズ群 G 1 は、マスク 1 側から順に、マスク 1 側に非球面形状の凸面を向けたメニスカスレンズ L 1 1 と、基板 5 側に非球面形状の凸面を向けたメニスカスレンズ L 1 2 と、マスク 1 側に非球面形状の凸面を向けた両凸レンズ L 1 3 と、基板 5 側に非球面形状の凹面を向けたメニスカスレンズ L 1 4 とから構成されている。

【 0 0 5 3 】

また、第 2 レンズ群 G 2 は、マスク 1 側から順に、マスク 1 側に非球面形状の凸面を向けたメニスカスレンズ L 2 1 と、基板 5 側に非球面形状の凸面を向けた両凸レンズ L 2 2 と、基板 5 側に非球面形状の凹面を向けたメニスカスレンズ L 2 3 とから構成されている。

【 0 0 5 4 】

さらに、第 2 結像光学系 K 2 は、基板 5 側に非球面形状の凹面を向けた負メニスカスレンズ L 2 を含んでいる。また、第 1 結像光学系 K 1 は、光軸 A X の方向において開口絞り S とは異なる位置に配置されて光軸 A X 近傍の光を遮光する中心遮蔽部材 B を有する。

【 0 0 5 5 】

こうした構成において、第 1 結像光学系 K 1 からの光が主鏡 M 1 の第 1 光通過部 A P 1 とレンズ成分 L 2 とを介して第 2 反射面 R 2 で反射され、第 2 反射面 R 2 で反射された光がレンズ成分 L 2 を介して第 1 反射面 R 1 で反射され、第 1 反射面 R 1 で反射された光がレンズ成分 L 2 と副鏡 M 2 の第 2 光通過部 A P 2 とを介して基板 5 上に最終像を形成する。

【 0 0 5 6 】

本実施形態では、上述した反射屈折光学系 3 の副鏡 M 2 の第 3 反射面 R 3 を利用して、図 1 に示す測定ミラー 2 0 6 に代えて第 3 反射面 R 3 を干渉計 2 0 の投影光学系 3 側の反射面としている。

【 0 0 5 7 】

こうすることで、測定ミラー 2 0 6 を別途設けることなく、上述した第 1 実施形態と同様に、投影光学系 3 と基板ステージ 8 との Z 軸方向の変動が求められ、その結果、オートフォーカスセンサ 1 0 a, 1 0 b の光学的乃至機械的なドリフトによる Z 軸方向の誤差成分を正しく補正することができる。なお、この場合にも第 2 実施形態で示した測定ミラー 2 1 6 をオートフォーカスセンサ 1 0 a, 1 0 b に設けることもできる。

【0 0 5 8】

なお、以上説明した実施形態は、本発明の理解を容易にするために記載されたものであって、本発明を限定するために記載されたものではない。したがって、上記の実施形態に開示された各要素は、本発明の技術的範囲に属する全ての設計変更や均等物をも含む趣旨である。

【0 0 5 9】

【発明の効果】

以上述べたように本発明によれば、第 2 センサによって投影光学系と基板との光軸方向の距離が測定されているので、第 1 センサが投影光学系に対して光学的又は機械的に変動したとしても、この変化量は第 2 センサの測定結果から補正することができる。しかもこうした第 2 センサによる測定および補正は高速で処理できるので、第 1 センサの変動を高速かつ高精度に補正できる露光装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の露光装置の第 1 実施形態を示す概略図である。

【図 2】本発明の露光装置の第 2 実施形態を示す要部概略図である。

【図 3】本発明の露光装置の第 3 実施形態を示す要部概略図である。

【符号の説明】

- 1 … マスク
- 2 … 照明装置
- 3 … 投影光学系
- 4 … 基板ステージ
- 6 … 定盤

7 … ベースプレート

8 … 基板テーブル

9 a, 9 b, 9 c … Z 軸駆動装置

5 … 基板

1 0 a, 1 0 b … オートフォーカスセンサ (第 1 センサ)

2 0 … 干渉計 (第 2 センサ, レーザ干渉測定装置)

2 0 5 … 光通過孔

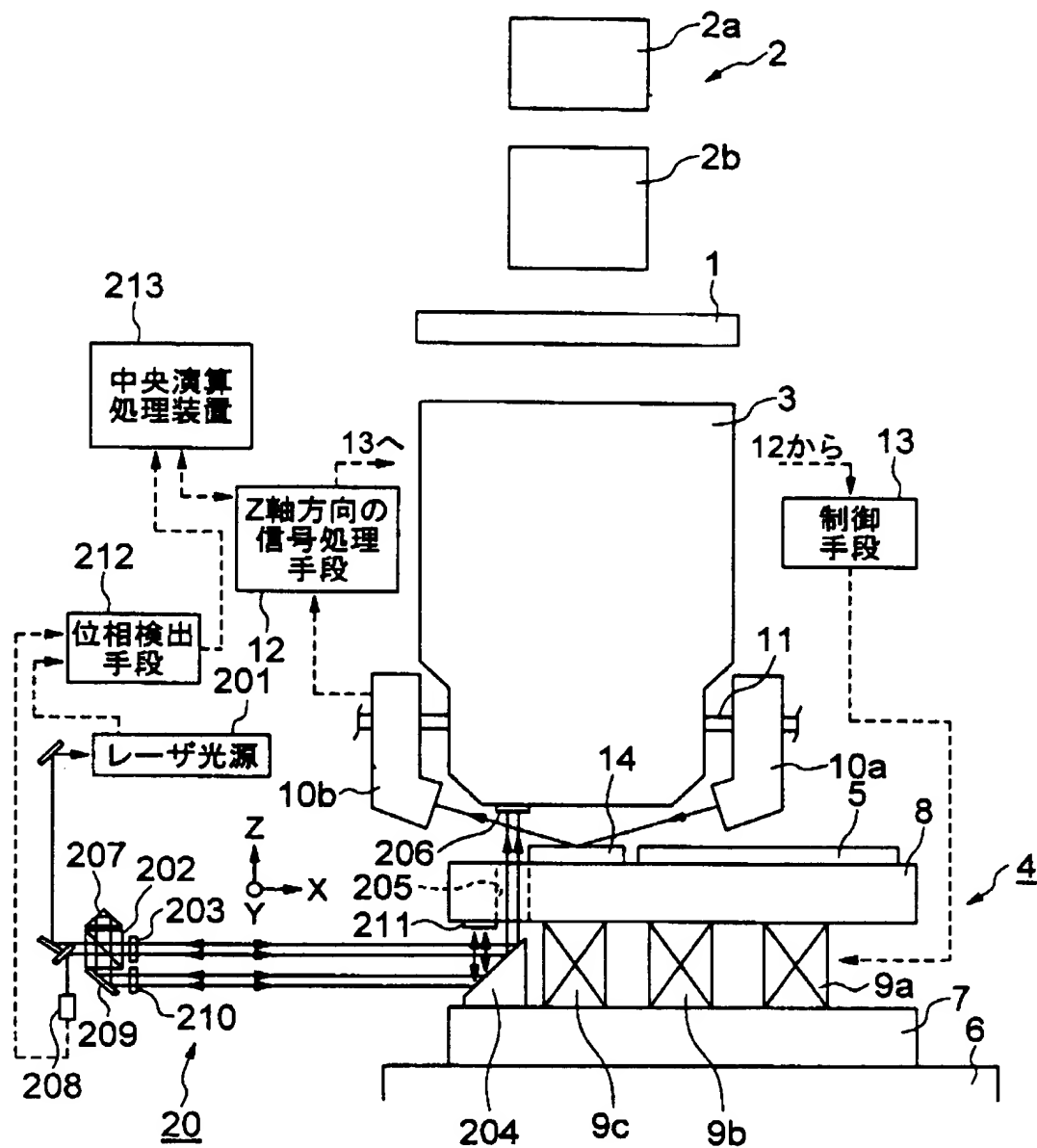
2 0 6 … 測定ミラー (第 1 反射鏡)

2 1 1 … 測定ミラー (第 2 反射鏡)

【書類名】 図面

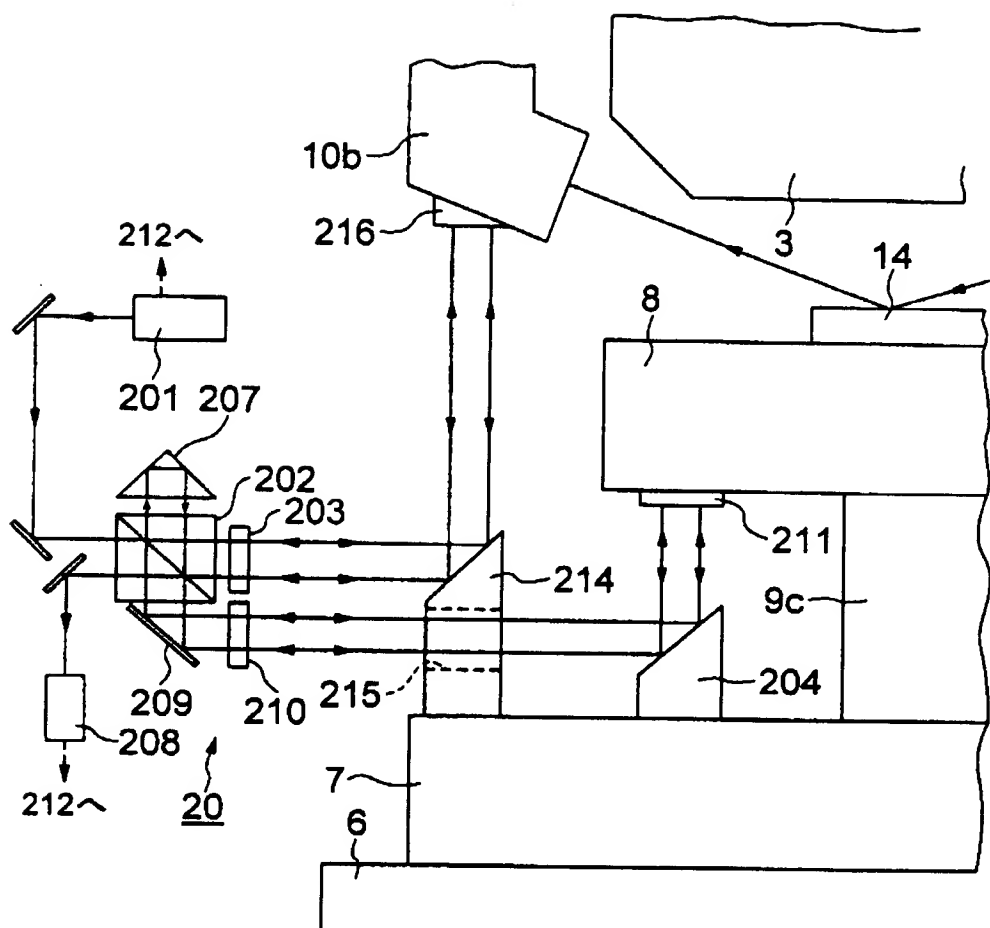
【図 1】

図 1



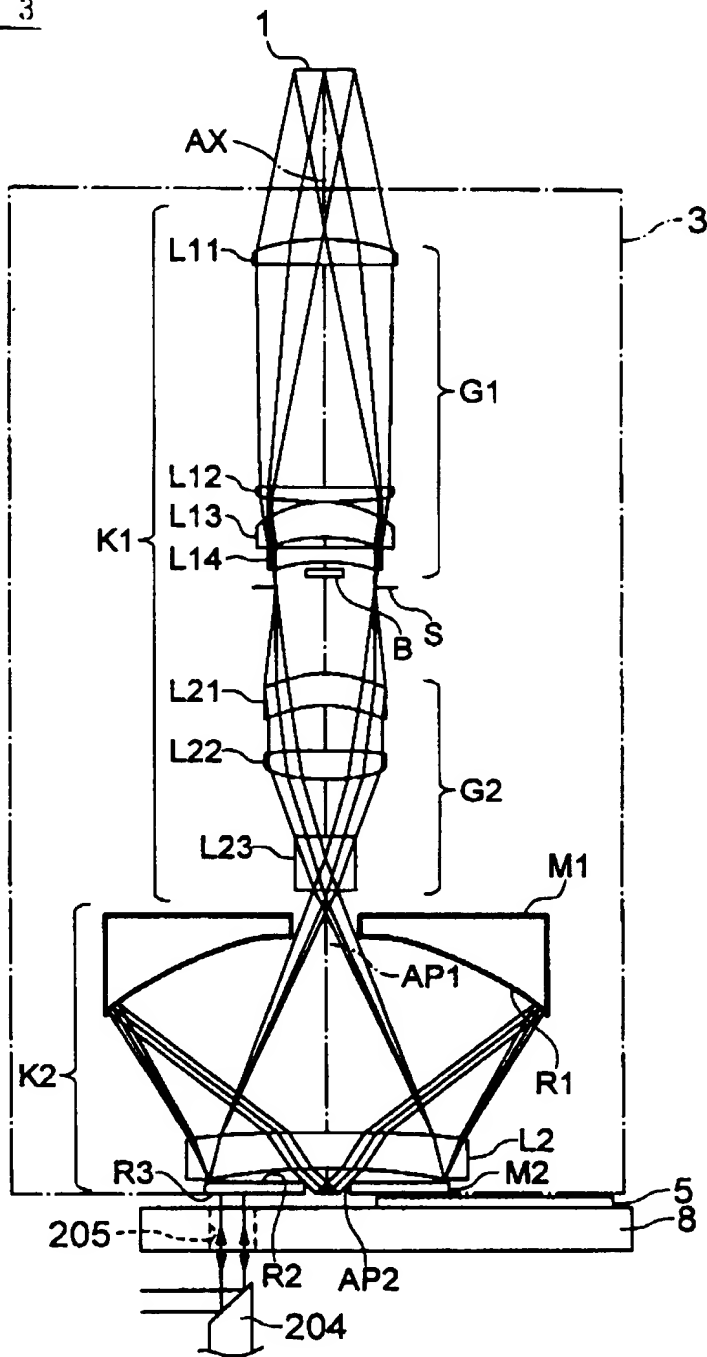
【図 2】

図 2



【図 3】

図 3



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】オートフォーカスセンサ系の変動を高速かつ高精度に補正できる露光装置を提供する。

【解決手段】マスク 1 に形成されたパターンの像を投影光学系 3 を介して基板 5 に転写する露光装置であり、投影光学系の焦点位置を測定する第 1 センサ 1 0 a , 1 0 b と、投影光学系 3 と基板 5 との光軸方向 Z の距離を測定し、第 1 センサによる焦点位置を補正する第 2 センサ 2 0 とを備える。第 2 センサ 2 0 は、投影光学系 3 と基板ステージ 8 との光軸方向 Z の距離の変化量を測定し、これらの変化量に基づいて第 1 センサの焦点位置を補正する。

【選択図】 図 1

認定・付加情報

特許出願の番号	平成 11 年 特許願 第 265669 号
受付番号	59900911832
書類名	特許願
担当官	寺内 文男 7068
作成日	平成 11 年 10 月 18 日

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】	000004112
【住所又は居所】	東京都千代田区丸の内 3 丁目 2 番 3 号
【氏名又は名称】	株式会社ニコン

【代理人】

申請人

【識別番号】	100097180
【住所又は居所】	東京都千代田区猿楽町 2 丁目 1 番 1 号 桐山ビル 前田・西出国際特許事務所
【氏名又は名称】	前田 均

【代理人】

【識別番号】	100099900
【住所又は居所】	東京都千代田区猿楽町 2 丁目 1 番 1 号 桐山ビル 前田・西出国際特許事務所
【氏名又は名称】	西出 眞吾

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000004112]

1. 変更年月日	1990年 8月29日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都千代田区丸の内3丁目2番3号
氏 名	株式会社ニコン